



Variabilidade Espacial do Vigor, Produção e Qualidade na Casta “Trincadeira”

Filipa Alexandra Pereira da Silva

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Viticultura e Enologia

Orientador: Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes

Co-orientador: Mestre Pedro Miguel Valério Marques Sereno

Júri:

Presidente: Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo da Silva, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade técnica de Lisboa;

Doutor Ricardo Nuno da Fonseca Garcia Pereira Braga, Professor Auxiliar Convidado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade técnica de Lisboa;

Mestre Pedro Miguel Valério Marques Sereno, na qualidade de especialista.

Lisboa, 2011

Agradecimentos

Ao professor Carlos Lopes, meu orientador, por todos os ensinamentos transmitidos ao longo do curso, pelo apoio, confiança, empenho e disponibilidade para diversas situações adversas que ocorreram no início e decorrer do estudo.

Ao professor Jorge Ricardo da Silva, pela disponibilidade para esclarecer dúvidas e pelos conhecimentos transmitidos no decorrer no curso.

À minha mãe, pela força, compreensão, dedicação, conselhos, ajuda na escrita desta dissertação, por todos os valores que me transmitiu ao longo da minha vida, que me levam a ter muito orgulho e a querer ser uma pessoa fantástica tal como ela e, por todas as oportunidades oferecidas ao longo da minha vida. Pelo seu sentido crítico que me faz crescer todos os dias.

Ao meu pai, pela dedicação, força, conselhos e, pela possibilidade em conseguir concretizar um dos meus sonhos, tirar o curso de engenharia agronómica e o mestrado em viticultura e enologia, por todos as outras oportunidades que me ofereceu durante toda a minha vida e ainda me proporciona e, pela transmissão da paixão pelo mundo dos vinhos.

À minha irmã, por todo o apoio durante estes anos, conselhos, dedicação e pela força de lutar que a caracterização e, me dá força a mim de o fazer também.

Ao Pedro Sereno, pela disponibilização da sua empresa para a realização deste estudo e de todos os meios necessários para a sua concretização, pela dedicação, pelos ensinamentos durante este período e, pela amizade demonstrada.

Ao André Calhau, por todos os momentos que passamos durante o período do ensaio, sem ele alguns desses momentos não teriam sido tão fáceis e divertidos, pela amizade durante todo o percurso académico, pelo apoio e dedicação, todas as palavras se resumem numa só: Amigo. Agradeço todos os momentos que me proporcionou, não só neste ensaio, mas durante estes últimos anos e, os que ainda me irá proporcionar.

Ao Duarte, Catarina, Sofia, Carolina, Filipa, Maria Pedro, Manuel, Patrícia, Diana, por toda a amizade e momentos que me proporcionaram ao longo deste percurso da minha vida e, pela força e vontade de me fazerem sorrir em todos os momentos.

Ao José Ignácio, pelo carinho, atenção, incentivo, paciência e disponibilidade.

Ao João, Rita, Paulo e Sr.^a Dona Antónia Soares, pela compreensão e disponibilização de tempo para a concretização da dissertação durante o meu percurso na Malhadinha Nova.

Ao Marco Crespo e Ricardo Freire, pela disponibilidade e ajuda na recolha de dados e no decorrer da vinificação dos vinhos.

A todos os amigos e família, que me acompanharam durante este percurso e fizeram dele um marco importante na minha vida.

Resumo

Neste trabalho, estudou-se a possibilidade da utilização de detecção remota para a identificação e gestão da variabilidade espacial do vigor, produção e qualidade de uma parcela de vinha da casta Trincadeira, situada na Região vitivinícola do Tejo, Sub-região de Tomar. Com base na captação de imagens multiespectrais, onde é calculado um índice de vegetação, o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) que está relacionado com o vigor das videiras, a parcela foi dividida em duas zonas distintas e definiram-se duas classes: Altos (0.08-0.18) (menor vigor) e Baixos (0.31-0.83) (maior vigor). Paralelamente, com a informação e os dados agronómicos recolhidos em campo numa amostra de videiras foi possível verificar que as duas zonas da vinha delimitadas com base nas duas classes de NDVI apresentam diferenças significativas quanto aos parâmetros do coberto, rendimento e suas componentes, vigor, composição da uva à vindima e qualidade dos vinhos. A segmentação da vindima permitiu concluir que a modalidade Baixos apresenta valores significativamente superiores nos parâmetros caracterizadores do coberto, rendimento e suas componentes, aos da modalidade Altos. No entanto, a modalidade Altos apresenta valores significativamente superiores de acidez total, teor alcoólico, antocianinas, fenóis totais, pigmentos poliméricos e totais, intensidade da cor e características organolépticas aos da modalidade Baixos.

Palavras – Chave: videira, segmentação da vindima, variabilidade espacial, viticultura de precisão, NDVI, vigor.

Abstract

Title: Spatial Variability of Vigor, Production and Quality of the Variety "Trincadeira".

It was studied the possibility of using remote sensing for the identification and management of spatial variability of vigor, production and quality of a vineyard plot, variety Trincadeira, situated in the wine region Tejo, Sub-region of Tomar. Based on the captured of multispectral imagery, it was calculated a vegetation index, the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) which is related to the vigor of the vines, the plot was divided into two distinct zones and were defined two classes: High (0.08-0.18) (less vigor) and Low (0.31-0.83) (higher vigor). Additionally, with information and agronomic data collected in a sample field of grapevines it was verified that the two zones delineated based on two classes of NDVI have significant differences regarding the parameters of the canopy, yield and its components, strength, composition of the grape and wine quality. The segmentation of the harvest showed that the Low modality has significantly higher values in the parameters characterizing the canopy, yield and its components face to high modality. However, the modality High has significantly higher values for total acidity, alcohol content, anthocyanins, total phenolics, polymeric pigments and total intensity of color and organoleptic characteristics face to modality Low.

Keywords: grapevine, segmentation of the harvest, spatial variability, precision viticulture, NDVI, vigor.

Extended Abstract

Title: Spatial Variability of Vigor, Production and Quality of the Variety "Trincadeira".

It was studied the possibility of using remote sensing for the identification and management of spatial variability of vigor, production and quality of a vineyard plot, variety Trincadeira, situated in the wine region Tejo, Sub-region of Tomar. Based on the captured of multispectral imagery, it is calculated a vegetation index, the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) which is related to the vigor of the vines, the plot was divided into two distinct zones and were defined two classes: High (0.08-0.18) (less vigor) and Low (0.31-0.83) (higher vigor). Based on various agronomic data (leaf area, characterization of the canopy, leaf water potential, etc.) collected in the field, the characteristics of the grape and the physicochemical characteristics of wines, it was concluded that significant differences exist between the two modalities regarding to the parameters of the canopy, yield and its components, vigor, composition of the grape and wine quality. Through analysis of various parameters mentioned above, the results show that in the case of modality Low (higher vigor) the values of leaf area, exposed leaf surface, number of layers of leaves, fruiting index / vegetation, yield and its components are significantly higher face to High modality (less vigor). However, the composition of the grape and the physicochemical characteristics of wines of the High modality presents significantly higher values for total acidity, alcohol content, total anthocyanins, total phenolics, and total polymeric pigments and color intensity face to Low modality. As for flavors, the resulting wine grapes coming from the High modality (less vigor) had a higher overall appreciation face to modality Low (higher vigor).

The correlation of NDVI with the various parameters mentioned above was not done due to the impossibility of capturing the aerial image in 2009, but according to studies by several authors there is a positive correlation to some of the parameters (leaf area, characterization of the canopy, etc.), which indicates the possibility of using the NDVI as an estimator of vigor, production and quality of grape and wine. In this study, it was concluded that the use of precision viticulture allows the separation of the grapes at harvest and allows to the winemaker get different batches and with superior quality characteristics.

Keywords: grapevine, segmentation of the harvest, spatial variability, precision viticulture, NDVI, vigor.

Índice

| | |
|---|-----------|
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Revisão Bibliográfica | 3 |
| 2.1 Uma forma de Agricultura de Precisão | 3 |
| 2.2 Viticultura de Precisão | 4 |
| 2.2.1 Métodos de Quantificação da Variabilidade Espacial de uma Vinha | 8 |
| 2.2.1.1 Detecção Remota | 9 |
| 2.2.2 Vigor | 14 |
| 2.2.3 Maturação da Uva e sua Importância Enológica | 20 |
| 2.2.3.1 Evolução da Maturação da Uva | 20 |
| 2.2.3.2 Evolução das Características Enológicas | 22 |
| 2.2.3.2.1 Acidez Volátil | 22 |
| 2.2.3.2.2 Anidrido Sulfuroso | 23 |
| 2.2.3.2.3 pH | 23 |
| 2.2.3.2.4 Teor Alcoólico | 24 |
| 2.2.3.2.5 Acidez Total | 24 |
| 2.2.3.2.6 Intensidade da cor e Tonalidade do vinho | 25 |
| 2.2.3.2.7 Compostos Fenólicos | 25 |
| 2.2.3.2.8 Índice de Fenóis Totais (Índice de Folin – Ciocalteu) | 28 |
| 2.2.3.3 Aplicações das imagens de detecção remota | 28 |
| 3. Material e Métodos | 30 |
| 3.1 Caracterização do Ensaio | 30 |
| 3.1.1 Localização | 30 |
| 3.1.2 Clima | 30 |
| 3.1.3 Solo | 31 |
| 3.2 Caracterização do Material Vegetal | 31 |
| 3.2.1 Casta | 31 |
| 3.2.2 Porta-enxerto | 32 |
| 3.3 Delineamento Experimental | 33 |
| 3.4 Metodologia | 34 |
| 3.4.1 Estados Fenológicos | 34 |
| 3.4.2 Caracterização do vigor e da densidade do coberto vegetal | 35 |
| 3.4.2.1 Área Foliar | 35 |
| 3.4.2.2 Dimensões do Coberto | 36 |
| 3.4.2.3 Número de Camadas de Folhas | 36 |
| 3.4.3 Potencial Hídrico Foliar | 37 |

| | |
|---|----|
| 3.4.4 Evolução da Maturação e Vindima | 38 |
| 3.4.4.1 Controlo de Maturação | 38 |
| 3.4.4.2 Determinação da Data de Vindima | 40 |
| 3.4.4.3 Produção | 40 |
| 3.4.5 Transporte e Recepção das Uvas | 41 |
| 3.4.6 Operações Pré-Fermentativas | 41 |
| 3.4.6.1 Desengace e Esmagamento | 41 |
| 3.4.6.2 Sulfitação | 42 |
| 3.4.6.3 Correções dos mostos | 42 |
| 3.4.6.4 Aplicação de Fermentos | 42 |
| 3.4.7 Vinificação | 43 |
| 3.4.7.1 Fermentação Alcoólica | 43 |
| 3.4.7.2 Primeira trasfega e Prensagem | 44 |
| 3.4.8 Fermentação Maloláctica | 45 |
| 3.4.9 Número de Sarmentos e Peso da Lenha de Poda | 46 |
| 3.4.10 Análise aos Vinhos | 46 |
| 3.4.10.1 Análise Físico-química | 47 |
| 3.4.10.2 Análise Sensorial | 48 |
| 3.4.11 Análise Estatística dos Dados | 48 |
| 4. Resultados e Discussão | 49 |
| 4.1 Potencial Hídrico Foliar | 49 |
| 4.2 Vigor | 50 |
| 4.2.1 Área Foliar | 50 |
| 4.2.2 Dimensões do Coberto | 54 |
| 4.2.3 Número de Camadas de Folhas | 55 |
| 4.2.4 Relações Frutificação/Vegetação | 57 |
| 4.3 Rendimento | 59 |
| 4.4 Maturação da Uva e Qualidade do Vinho | 60 |
| 4.4.1 Evolução da Maturação | 60 |
| 4.4.2 Características da uva (mosto) à vindima | 64 |
| 4.4.3 Análise Físico – Química do vinho | 65 |
| 4.4.4 Análise Sensorial | 68 |
| 5. Conclusão | 70 |
| 6. Referências Bibliográficas | 71 |
| Anexos | 83 |

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Processo de “inputs” (entradas) e “outputs” (saídas), (adaptado de Corky & Bramley, 1998).

7

Figura 2.2 – Fases do processo cíclico contínuo da VP, (Adaptado de Bramley, 2001).

7

Figura 2.3 – Representação esquemática da resolução espacial e da cobertura com base num instrumento de imagem, que é determinada pela altura do sensor acima do solo (Proffitt *et al.*, 2006).

10

Figura 2.4 – Banda espectral da casta Cabernet Sauvignon em contraste com a reflectância de uma cultura de grão-de-bico, e de um solo vermelho-acastanhado descoberto. As diferenças são evidentes na zona do IV, dados recolhidos numa vinha da Charles Sturt University (Adaptado de Lamb, 2001).

11

Figura 3.1 – Cacho da casta Trincadeira (Fonte: www.infovini.com).

32

Figura 3.2 – Mapa de NDVI duas semanas antes do pintor: a preto, delimitação da parcela de Trincadeira (UA *Vision*, 2008).

34

Figura 3.3 – Parcela da casta Trincadeira, visualização das duas classes: Altos (débil) e Baixos (vigoroso).

34

Figura 3.4 – Representação esquemática da face superior do limbo de uma folha de videira para medição da nervura lateral direita (L2d) e da nervura lateral esquerda (L2e), (Fonte: Adaptado de www.infovini.com).

35

Figura 3.5 – Esquema para medição da superfície foliar exposta (SFE), (Castro, 2008).

36

Figura 3.6 – Esquema: Determinação do número de camadas de folhas (“Point Quadrat”);
Fotografia: Determinação do número de camadas folhas (“Point Quadrat”), (Castro, 2008).

37

Figura 3.7 – Medição do potencial hídrico foliar de base (ψ_f).

38

Figura 3.8 – Uvas da casta Trincadeira vindimadas manualmente.

40

Figura 3.9 – Microvinificadores: do lado esquerdo, referente à classe Baixos; do lado direito, referente à classe Altos.

43

Figura 3.10 – Processo de desencuba de um dos microvinificadores.

45

Figura 3.11 – Representação da pesagem da lenha de poda com auxílio de uma balança dinamómetro.

46

Figura 4.1 – Evolução sazonal do potencial hídrico foliar de base (MPa), na casta Trincadeira em ambas as modalidades e em três datas distintas (Floração, Pintor e Maturação).

49

Figura 4.2 – Valores médios por videira da área foliar das folhas principais (AFpr/Vid), da área foliar das folhas das netas (AFnetas/Vid) e da área foliar total (soma da AFpr e da AFnetas) (AFtotal/Vid) da casta Trincadeira, nas duas modalidade em estudo.

53

Figura 4.3 – Evolução do Teor Alcoólico Provável (percentagem de volume em volume) (A), da Acidez Total (em gramas de ácido tartárico por litro de solução) (B) e do pH (C), nos bagos da casta Trincadeira em ambas as modalidades e em três datas distintas.

62

Figura 4.4 – Representação dos vários atributos da análise sensorial dos vinhos da casta Trincadeira, nas duas modalidades em estudo (Baixos e Altos).

69

Índice de Quadros

Quadro 4.1 Análise estatística dos parâmetros da área foliar: área foliar principal por videira (AFpr/Vid), área foliar netas por videira (AFnetas/Vid), área foliar total por videira (AFTotal/Vid), área foliar total por sarmento (AFTotal/Sar), área foliar total por hectare (AFTotal/ha), percentagem da área foliar netas (% AFnetas), índice da área foliar (LAI), área foliar total por área foliar exposta (AFTotal/AFexp) e área foliar total por produção (AFTotal/Prod) na casta Trincadeira nas duas modalidades em duas datas distintas (Pintor e Maturação).

51

Quadro 4.2 – Valores médios da SFE medidos nas duas modalidades em estudo, na casta Trincadeira, no dia 29 de Julho de 2009 (Pintor) e no dia 28 de Agosto de 2009 (Maturação).

54

Quadro 4.3 – Análise estatística dos parâmetros de caracterização do coberto: N.º de Camadas de Folhas (NCF), % Buracos, % Folhas Interiores e % Cachos Exteriores, na casta Trincadeira referente às modalidades Baixos e Altos em duas datas distintas (Pintor e Maturação).

55

Quadro 4.4 – Análise estatística dos parâmetros determinados à poda: N.º Sarmentos/Metro Linear, Peso/Sarmento(g), Peso Lenha(kg), Índice de Ravaz (kg uva/kg lenha) e “Puissance” (g), na casta Trincadeira em ambas as modalidades na data de 8 de Janeiro de 2010.

57

Quadro 4.5 – Análise estatística do rendimento e suas componentes na casta Trincadeira referente às modalidades Baixos e Altos na data de 7 de Setembro de 2009. Valores médios por videira.

59

Quadro 4.6 – Controlo de maturação das uvas da casta Trincadeira em ambas modalidades (Baixos e Altos) e em três datas distintas (18 e 26 de Agosto e 2 de Setembro de 2009).

60

Quadro 4.7 – Análise físico – química do mosto das microvinificações, na casta Trincadeira referente às modalidades Baixos e Altos na data de 7 de Setembro de 2009.

64

Quadro 4.8 – Análise dos principais parâmetros físico – químicos do vinho, na casta Trincadeira em ambas as modalidades (Baixos e Altos).

65

Quadro 4.9 – Análise sensorial dos vinhos resultantes de ambas as modalidades (Baixos e Altos), na casta Trincadeira através dos seguintes atributos: Cor, Aroma e Gosto: 1 – Inexistente, 2 – Pouco Intenso, 3 – Medianamente Intenso, 4 – Intenso e 5 – Muito Intenso; Para Equilíbrio (Aroma e Gosto) e Avaliação Global: 1 – Medíocre, 2 – Satisfatório, 3 – Bom, 4 – Muito Bom e 5 – Excelente.

68

Lista de Abreviaturas

| | |
|--------------|--|
| AF | Área Foliar |
| AFmed | Área Foliar média de uma folha |
| AP | Agricultura de Precisão |
| CE | Condutividade Eléctrica do Solo |
| EEM | Espectro Electromagnético |
| GPS | Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global) |
| IPT | Índice de Polifenóis Totais |
| IV | Infravermelho |
| L2d | Comprimento da Nervura lateral superior direita |
| L2e | Comprimento da Nervura lateral superior esquerda |
| LAI | Leaf Area Index (índice de área foliar) |
| LSD | Mínima Diferença Significativa |
| NCF | Número de Camadas de Folhas |
| NDVI | Normalised Difference Vegetation Index |
| NF | Número de folhas do sarmento principal |
| NIR | Near infrared (infravermelho próximo) |
| PAR | Radiação fotossinteticamente activa |
| PCD | Plant Cell Density |
| PFD | Densidade de fluxo fotónico fotossinteticamente activo |
| RVI | Ratio Vegetation Index |
| SFE | Superfície Foliar Exposta |

| | |
|----------------------------|--|
| SFT | Superfície Foliar Total |
| SIG (GIS) | Sistema de Informação Geográfica (Geographical Information System) |
| VP | Viticultura de Precisão |
| VRA | Variable Rate Application |
| ψ_f | Potencial hídrico foliar |